

02.10.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 0 月    7 日  
Date of Application:

REC'D 21 NOV 2003

WIPO                      PCT

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 2 9 4 0 1 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 2 9 4 0 1 0 ]

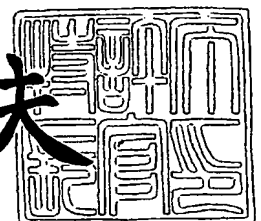
出      願      人                      株式会社バイオ・ナノテック・リサーチ・インスティテュー  
Applicant(s):                      ト

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月    6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 B0017B

【提出日】 平成14年10月 7日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B01D 63/06

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 2 番 1 号 株式会社バイオ  
・ ナノテック・リサーチ・インスティテュート内

【氏名】 池田 史郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 2 番 1 号 株式会社バイオ  
・ ナノテック・リサーチ・インスティテュート内

【氏名】 佐藤 了紀

【特許出願人】

【識別番号】 302021709

【氏名又は名称】 株式会社バイオ・ナノテック・リサーチ・インスティテ  
ュート

【代理人】

【識別番号】 100080012

【弁理士】

【氏名又は名称】 高石 橘馬

【電話番号】 03(5228)6355

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009324

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 図面 1

【包括委任状番号】 0205188

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多管式分離膜モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一対の支持板と、両支持板に支持された複数の外管と、各外管内に設けられた管状分離膜エレメントと、両支持板に取り付けられた第一及び第二のチャンネルとを具備し、各外管は第一のチャンネル側に流体が流入する開放端を有するとともに、第二のチャンネル側に前記流体が流出する通過口を有し、前記管状分離膜エレメントの第一のチャンネル側の端部は封止されていて第二のチャンネル側の端部は開放しており、かつ前記外管と前記管状分離膜エレメントとの間隙は第一のチャンネル側が開放されていて第二のチャンネル側が封止されており、さらに全ての前記外管の通過口に連通する手段を具備し、もって前記外管の前記開放端から前記外管と前記管状分離膜エレメントとの間隙に流入した流体のうち、前記管状分離膜エレメントにより分離された流体は前記管状分離膜エレメントの後端の開放端から前記第二のチャンネルに流出し、残余の流体は前記通過口に連通する手段を経て流出することを特徴とする多管式分離膜モジュール。

【請求項 2】 筒状シェルと、前記シェルの両端部に固定された一対の支持板と、両支持板により支持されて前記シェルの長手方向に延在する複数の外管と、各外管内に設けられた管状分離膜エレメントと、両支持板を覆うように前記シェルに取り付けられた第一及び第二のチャンネルとを具備する多管式分離膜モジュールであって、各外管は第一のチャンネル側に流体が流入する開放端を有するとともに、第二のチャンネル側に前記流体が流出する通過口を有し、前記管状分離膜エレメントの第一のチャンネル側の端部は封止されていて第二のチャンネル側の端部は開放しており、かつ前記外管と前記管状分離膜エレメントとの間隙は第一のチャンネル側が開放されていて第二のチャンネル側が封止されており、もって前記外管の前記開放端から前記外管と前記管状分離膜エレメントとの間隙に流入した流体のうち、前記管状分離膜エレメントにより分離された流体は前記管状分離膜エレメントの後端の開放端から前記第二のチャンネルに流出し、残余の流体は前記通過口から流出することを特徴とする多管式分離膜モジュール。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の多管式分離膜モジュールにおいて、前記第一のチャンネルに仕切り板が取り付けられて前記仕切り板の両側は第一室と第二室となっており、前記第一室に流入した前記流体は、前記第一室に開放端を有する前記外管と前記管状分離膜エレメントとの間隙を通過して前記通過口から流出し、次いで前記第二室に開放端を有する前記外管に前記通過口から流入し、前記管状分離膜エレメントとの間隙を通過して前記第二室に流出することを特徴とする多管式分離膜モジュール。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の多管式分離膜モジュールにおいて、前記外管が内面に突起を有することを特徴とする多管式分離膜モジュール。

【請求項 5】 複数の貫通孔を長手方向に有する柱状体と、前記柱状体の一端に取り付けられた筒状体と、前記柱状体の他端の端面を覆うように前記柱状体に取り付けられた第一のチャンネルと、前記筒状体の開放端に固定された支持板と、前記支持板を覆うように前記筒状体に取り付けられた第二のチャンネルと、前記支持板により支持されて前記貫通孔に延在する複数の管状分離膜エレメントとを具備する多管式分離膜モジュールであって、前記管状分離膜エレメントの第一のチャンネル側の端部は封止されていて第二のチャンネル側の端部は開放されており、もって前記貫通孔と前記管状分離膜エレメントとの間隙に流入した流体のうち、前記管状分離膜エレメントにより分離された流体は前記管状分離膜エレメントの後端の開放端から前記第二のチャンネルに流出し、残余の流体は実質的に前記筒状体から流出することを特徴とする多管式分離膜モジュール。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の多管式分離膜モジュールにおいて、前記柱状体がハニカム構造を有することを特徴とする多管式分離膜モジュール。

【請求項 7】 筒状シェルと、前記シェルの両端部に固定された一对の支持板と、前記支持板の一方に当接して前記シェルの長手方向に延在するハニカム構造体と、前記支持板により支持されて前記シェルの長手方向に延在する複数の管状分離膜エレメントと、両支持板を覆うように前記シェルに取り付けられた第一及び第二のチャンネルとを具備する多管式分離膜モジュールであって、前記ハニカム構造体は長手方向に複数の貫通孔（セル）を有しており、各貫通孔を前記管状

分離膜エレメントが貫通しており、前記管状分離膜エレメントの第一のチャンネル側の端部は封止されていて第二のチャンネル側の端部は開放されており、もって前記貫通孔と前記管状分離膜エレメントとの間隙に流入した流体のうち、前記管状分離膜エレメントにより分離された流体は前記管状分離膜エレメントの後端の開放端から前記第二のチャンネルに流出し、残余の流体は実質的に前記貫通孔の前記第二のチャンネル側の端部から流出することを特徴とする多管式分離膜モジュール。

【請求項 8】 請求項 5 ～ 7 のいずれかに記載の多管式分離膜モジュールにおいて、前記第一のチャンネルに仕切り板が取り付けられて前記仕切り板の両側は第一室と第二室となっており、前記第一室に流入した前記流体は、実質的に前記第一室に開放端を有する前記貫通孔と前記管状分離膜エレメントとの間隙を通過して前記貫通孔の前記第二のチャンネル側の端部から流出し、次いで前記第二室に開放端を有する前記貫通孔に前記貫通孔の第二のチャンネル側の端部から流入し、前記管状分離膜エレメントとの間隙を通過して前記第二室に流出することを特徴とする多管式分離膜モジュール。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、溶液や混合気体等の流体の分離に用いる多管式分離膜モジュールに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

溶液又は混合気体中の成分を分離するための装置として、多管式分離膜モジュールが知られており、この多管式分離膜モジュールの管状分離膜エレメントとしては、分子程度の大きさの微細孔を有するゼオライト等からなる分離膜を製膜した多孔質の管が使用されている。図13は、従来の多管式分離膜モジュールの一例を示す。この多管式分離膜モジュールは筒状のシェル 1 と、シェル 1 の両端に固定される一对の支持板 2a, 2b と、支持板 2a, 2b により支持されシェル 1 の長手方向に延在する複数の管状分離膜エレメント 3 と、支持板 2a, 2b を覆うようにシェ

ル 1 に取り付けられたチャンネル 4a, 4b とを具備し、シェル 1 内に円の一部を切り欠いた形状のバッフル 5 が取り付けられている。シェル 1 の両端に近い位置に供給流体入口 6 と流体出口 7 が設けられており、チャンネル 4a, 4b にそれぞれ膜透過流体の出口 8a, 8b が設けられている。供給流体入口 6 からシェル 1 に流体  $F_1$  を供給するとともに膜透過流体出口 8a, 8b から管状分離膜エレメント 3 内を吸引すると、膜透過流体  $F_2$  が管状分離膜エレメント 3 を透過して膜透過成分出口 8a, 8b から流出し、残りの流体  $F_3$  は流体出口 7 から流出するようになっている。

#### 【0003】

分離膜の面積を増加させることにより、この多管式分離膜モジュールの処理能力は向上する。しかし支持板 2a, 2b に多数の管状分離膜エレメント 3 を取り付けると、管状分離膜エレメント 3 を支持させるために支持板 2a, 2b に開ける取り付け穴部分の面積が大きくなり、支持板 2a, 2b の剛性の面で問題がある。そこで図 14 に示すように、シェル 1 の両端に取り付けられた両支持板 2a, 2b に、先端を封止された複数の管状分離膜エレメント 3 の後端を片持ち梁状に支持させることにより、分離膜の面積が増加すると共に支持板の支持剛性を損なわない多管式分離膜モジュールが開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。この多管式分離膜モジュールはシェル 1 内に管状分離膜エレメント 3 を密に配置するため、小型でありながら分離膜の面積が大きく処理能力が高くなっている。しかしながらこれら従来の多管式分離膜モジュールの処理能力は、管状分離膜エレメント 3 単体の処理能力から算出される多管式分離膜モジュール全体の処理能力の設計値と比較すると遥かに劣っており、十分であるとは言い難い。これは、管状分離膜エレメント 3 がシェル 1 内に密に配置されているため流体がシェル 1 全体に分散せず、一部の管状分離膜エレメント 3 の近傍を流動していないため、その管状分離膜エレメント 3 が処理に寄与していないためであると考えられる。

#### 【0004】

多管式分離膜モジュールの処理能力を向上させる方法としては、上述のように膜面積を増加させる方法の他、流体  $F_1$  の流動状態を改良する方法が挙げられる。従来の多管式分離膜モジュールにおいては、流体  $F_1$  の流動状態を制御するためにバッフル 5 が使用されているが、満足できる処理能力が得られておらず、バッフ

ル5の流動状態の制御機能が不十分であると考えられる。しかしながら、バッフル5以外の部材により流体F<sub>1</sub>の流動状態を制御する多管式分離膜モジュールは、未だ例がない。

【0005】

【特許文献1】

特開平8-131781号公報（図1）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

従って本発明の目的は、管状分離膜エレメントの近傍に流体を分散させ、かつ流動状態を改良することにより、処理能力の向上した多管式分離膜モジュールを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的に鑑み鋭意研究の結果、本発明者らは筒状のシェルと、シェルの両端に固定された一对の支持板と、先端部が封止され、少なくとも一端が支持板により支持された複数の管状分離膜エレメントとを具備する多管式分離膜モジュールにおいて、各管状分離膜エレメントを収容する外管を、各外管の両端が両支持板の外側となるように設けることにより、外管に流入した流体は外管と管状分離膜エレメントとの間隙を通過し、多管式分離膜モジュールの処理能力が向上することを発見し、本発明に想到した。

【0008】

すなわち、本発明の第一の態様における多管式分離膜モジュールは、一对の支持板と、両支持板に支持された複数の外管と、各外管内に設けられた管状分離膜エレメントと、両支持板に取り付けられた第一及び第二のチャンネルとを具備し、各外管は第一のチャンネル側に流体が流入する開放端を有するとともに、第二のチャンネル側に流体が流出する通過口を有し、管状分離膜エレメントの第一のチャンネル側の端部は封止されていて第二のチャンネル側の端部は開放しており、かつ外管と管状分離膜エレメントとの間隙は第一のチャンネル側が開放されていて第二のチャンネル側が封止されており、さらに全ての外管の通過口に連通す



る手段を具備し、もって外管の開放端から外管と管状分離膜エレメントとの間隙に流入した流体のうち、管状分離膜エレメントにより分離された流体は管状分離膜エレメントの後端の開放端から第二のチャンネルに流出し、残余の流体は通過口に連通する手段を経て流出することを特徴とする。

#### 【 0 0 0 9 】

前述の多管式分離膜モジュールは筒状のシェルを有していても良い。すなわち本発明のする多管式分離膜モジュールは、筒状シェルと、シェルの両端部に固定される一对の支持板と、両支持板により支持されてシェルの長手方向に延在する複数の外管と、各外管内に設けられた管状分離膜エレメントと、両支持板を覆うようにシェルに取り付けられた第一及び第二のチャンネルとを具備し、各外管は第一のチャンネル側に流体が流入する開放端を有するとともに、第二のチャンネル側に流体が流出する通過口を有し、管状分離膜エレメントの第一のチャンネル側の端部は封止されていて第二のチャンネル側の端部は開放しており、かつ外管と管状分離膜エレメントとの間隙は第一のチャンネル側が開放されていて第二のチャンネル側が封止されており、もって外管の開放端から外管と管状分離膜エレメントとの間隙に流入した流体のうち、管状分離膜エレメントにより分離された流体は管状分離膜エレメントの後端の開放端から第二のチャンネルに流出し、残余の流体は前記通過口から流出することを特徴とする。

#### 【 0 0 1 0 】

また本発明の第二の態様における多管式分離膜モジュールは、第一のチャンネルに仕切り板が取り付けられ、仕切り板の両側は第一室と第二室となっても良い。第一室に流入した流体は、実質的に第一室に開放端を有する外管と管状分離膜エレメントとの間隙を通過して流体通過口から流出し、次いで第二室に開放端を有する外管と管状分離膜エレメントとの間隙を通過して第二室に流出する。外管に流入した流体の流れが乱流となるのを促進するため、外管は内面に突起を有するのが好ましい。

#### 【 0 0 1 1 】

本発明の第三の態様における多管式分離膜モジュールは、複数の貫通孔を長手方向に有する柱状体と、柱状体の一端に取り付けられた筒状体と、柱状体の他端

を覆うように柱状体に取り付けられた第一のチャンネルと、筒状体の開放端に固定された支持板と、支持板を覆うように筒状体に取り付けられた第二のチャンネルと、支持板により支持されて貫通孔に延在する複数の管状分離膜エレメントとを具備する多管式分離膜モジュールであって、管状分離膜エレメントの第一のチャンネル側の端部は封止されており、第二のチャンネル側の端部は開放しており、もって貫通孔と管状分離膜エレメントとの間隙に流入した流体のうち、管状分離膜エレメントにより分離された流体は管状分離膜エレメントの後端の開放端から第二のチャンネルに流出し、残余の流体は実質的に筒状体から流出することを特徴とする。柱状体はハニカム構造を有していても良い。

#### 【0012】

本発明の第四の態様における多管式分離膜モジュールは、筒状シェルと、シェルの両端部に固定された一对の支持板と、支持板の一方に取り付けられてシェルの長手方向に延在するハニカム構造体と、支持板により支持されてシェルの長手方向に延在する複数の管状分離膜エレメントと、両支持板を覆うようにシェルに取り付けられた第一及び第二のチャンネルとを具備する。ハニカム構造体は長手方向に複数の貫通孔（セル）を有しており、各貫通孔を管状分離膜エレメントが貫通しており、管状分離膜エレメントの第一のチャンネル側の端部は封止されており、第二のチャンネル側の端部は開放されており、もって貫通孔と管状分離膜エレメントとの間隙に流入した流体のうち、管状分離膜エレメントにより分離された流体は管状分離膜エレメントの後端の開放端から第二のチャンネルに流出し、残余の流体は実質的に貫通孔の第二のチャンネル側の端部から流出することを特徴とする。

#### 【0013】

また第三及び第四の態様における多管式分離膜モジュールは、第一のチャンネルに仕切り板が取り付けられ、仕切り板の両側は第一室と第二室となっても良い。このような構造とすると、第一室に流入した流体は、実質的に第一室に開放端を有する外管と管状分離膜エレメントとの間隙を通過して貫通孔の第二のチャンネル側の端部から流出し、次いで第二室に開放端を有する貫通孔と管状分離膜エレメントとの間隙を通過して第二室に流出する。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第一の態様における多管式分離膜モジュールの一例を示す。この多管式分離膜モジュールは、筒状のシェル1と、シェル1の両端に固定された支持板2a、2bと、支持板2a、2bにより支持されシェル1の長手方向に延在する複数の外管3と、外管3の長手方向に設けられた管状分離膜エレメント4と、支持板2a、2bを覆うようにシェル1に取り付けられたチャンネル5a、5bとを具備する。チャンネル5aから流体F<sub>1</sub>の入口6が突出し、シェル1から非透過流体F<sub>3</sub>の出口7が外方に突出する。流体出口7は支持板2bに近い位置に設けられている。チャンネル5bには、膜透過流体F<sub>2</sub>の出口8が設けられている。またチャンネル5a、5bのフランジは支持板2a、2bに気密に係合している。

## 【0015】

各支持板2a、2bは複数の開口部21a、21bを有し、それぞれの開口部21aと開口部21bとはシェル1の長手方向に対向するように正確に位置決めされている。各開口部21aには外管3の先端部31が固定され、それに対向する開口部21bには同じ外管3の後端部32に係合しており、もって各外管3は支持板2a、2bにより支持されている。各外管3には支持板2bに近い位置に流体通過口33が形成されている。

## 【0016】

図2は、支持板2a、2bに支持された外管3及び管状分離膜エレメント4の詳細な構造を示す。管状分離膜エレメント4の先端（チャンネル5a側）は封止端41、後端（チャンネル5b側）は開放端42となっている。封止端41は封止部材9により封止されており、封止端41と封止部材9との間には、密閉性を確保するためパッキン111が設けられている。開放端42はパッキン112を挟んで支持部材10に係合し、支持部材10は外管3の後端部32に螺合している。また外管3は支持板2aに近い位置で内面から突出する複数のピン部34を有しており、ピン部34の先端は封止部材9に当接することにより管状分離膜エレメント4を支持している。なおピン部34は封止部材9に設けても良い。さらに外管3の内面と封止部材9との間に開口部を有するスペーサを設けても良い。ピン部34は外管3内を摺動自在であるので、高温の流体が外管3内に流入する際に、外管3と管状分離膜エレメント4との

熱膨張率の違いにより、管状分離膜エレメント 4 にクラックが入るのを防ぐことができる。

#### 【0017】

外管 3 と支持板 2a, 2b との気密状態の固定は溶接により得られる。支持板 2b 側の溶接は外管 3 と支持部材 10 との螺合部に歪が生じないように、養生しながら行う。

#### 【0018】

なお外管 3 の内面に突起を設けても良い。外管 3 の内面に突起を設けることにより、外管 3 内を流れる流体が乱流となるのを促進することができる。外管 3 の内面に設けられる突起の形状は特に限定されず、また外管 3 と一体的な突起でなくとも良い。例えば外管 3 の内径に等しい外径を持つスプリングを、外管 3 の長手方向に外管 3 と同軸になるように設置しても良い。

#### 【0019】

図 3 は、図 2 の B-B 拡大断面図である。外管 3 の内径  $D$  と管状分離膜エレメント 4 の外径  $d$  の比は  $1.1 \sim 2.0$  であるのが好ましく、 $1.2 \sim 1.5$  であるのがより好ましい。 $D/d$  の比が 1 に近すぎると、圧損が大きすぎるので好ましくない。また  $D/d$  の比が大きすぎると、外管 3 と管状分離膜エレメント 4 との間隙を通過する流体の流速が小さすぎるので好ましくない。

#### 【0020】

図 4 は、図 1 の A-A 拡大断面図である。外管 3 はシェル 1 内に均等に配置されている。なお図示の簡単化のために外管 3 の数を少なくしてある。支持板 2a, 2b により支持する外管 3 の数は限定的ではないが、実用的には各外管 3 の中心間の距離を外管 3 の外径の  $1.25 \sim 1.5$  倍とする

#### 【0021】

図 1 及び図 2 に示すように、流体入口 6 からシェル 1 に流体  $F_1$  を供給するとともに、膜透過流体出口 8 から管状分離膜エレメント 4 内を吸引すると、透過流体  $F_2$  は管状分離膜エレメント 4 を透過し、膜透過流体出口 8 から流出する。管状分離膜エレメント 4 を透過しない残りの流体  $F_3$  (非透過流体) は、外管 3 と管状分離膜エレメント 4 との間隙を通過し、通過口 33 から流出する。さらに非透過流体

F<sub>3</sub>は、外管3の外側を通過し、流体出口7から流出する。流体F<sub>1</sub>が外管3と管状分離膜エレメント4との間隙を通過することにより、流体F<sub>1</sub>の流速が増加し、流体F<sub>1</sub>中の膜透過物質の膜表面への移動が促進され、透過流体F<sub>2</sub>の流束が増加するため、分離膜の処理能力が向上する。外管3と管状分離膜エレメント4との間隙における流体F<sub>1</sub>の流速は、0.5~10 m/sであるのが好ましい。

#### 【0022】

図5は、本発明の第二の態様における多管式分離膜モジュールの一例を示す。図5に示す例は、チャンネル5aに仕切り板51が設けられている以外、図1に示す例と同じであるので、相違点のみ以下に説明する。仕切り板51は、チャンネル5aを縦に二分するようにチャンネル5aの内面に溶接等により気密に固定されており、端部51aは密閉性を確保するためパッキン114を挟んで支持板2aに当接している。仕切り板51により、チャンネル5aの流体入口6側は第一室52となり、反対側は第二室53となっている。第二室53に流体出口7が設けられている。外管3は、第一室52に先端部31を有する外管3aと、第二室53に先端部31を有する外管3bとからなる。

#### 【0023】

流体入口6からシェル1に流体F<sub>1</sub>を供給するとともに、膜透過流体出口8から管状分離膜エレメント4内を吸引すると、流体F<sub>1</sub>は外管3aと管状分離膜エレメント4との間隙を通過する。透過流体F<sub>2</sub>は管状分離膜エレメント4を透過し、膜透過流体出口8から流出する。管状分離膜エレメント4を透過しない一次処理流体F<sub>4</sub>は、流体通過口33aから流出する。次いで一次処理流体F<sub>4</sub>は、流体通過口33bから外管3bに流入し、外管3bと管状分離膜エレメント4との間隙を通過する。非透過流体F<sub>3</sub>は第二室53に流入し、流体出口7から流出する。外管3b内に配置された管状分離膜エレメント4を透過した透過流体F<sub>2</sub>は、前述のように膜透過流体出口8から流出する。

#### 【0024】

この多管式分離膜モジュールにおいて、外管3a内を通過した一次処理流体F<sub>4</sub>は、さらに外管3b内を通過する。これにより、流体F<sub>1</sub>が管状分離膜エレメント4に接触する行路が実質的に長くなり、透過流体F<sub>2</sub>中の目的物と不純物との比により

表される分離効率が向上する。

#### 【0025】

図6は本発明の第三の態様における多管式分離膜モジュールの一例を示す。図6に示すように、この多管式分離膜モジュールは端面12a、12bを有する柱状体12と、柱状体12の端面12bに取り付けられた筒状体13と、端面12aに取り付けられた第一のチャンネル5aと、筒状体13の開放端に固定された支持板2と、支持板2を覆うように筒状体13に取り付けられた第二のチャンネル5bとを具備する。柱状体12は、長手方向に複数の貫通孔121を有しており、各貫通孔121に管状分離膜エレメント4が延在している。また柱状体12は両端にフランジ122、123を有し、フランジ122に第一のチャンネル5aが気密に係合し、フランジ123に筒状体13のフランジ131が気密に係合している。

#### 【0026】

筒状体13はフランジ131の反対側の端部にフランジ132を有しており、フランジ132に支持板2が気密に取り付けられている。また筒状体13には、流体出口7が設けられている。

#### 【0027】

図7は支持板2により支持された管状分離膜エレメント4の詳細を示す。管状分離膜エレメント4は貫通孔121内に設けられている以外、図2に示す例とほぼ同じであるので相違点のみ以下に説明する。支持板2は開口部21を有しており、開口部21にはねじ溝が設けられている。管状分離膜エレメント4の後端に嵌められた支持部材10が開口部21に螺合している。管状分離膜エレメント4の先端（第一のチャンネル5a側）を封止する封止部材9に複数の突起部91が設けられている。貫通孔121の第一のチャンネル5a側の端部に、突起部91に係合するように小径部124が設けられている。突起部91は貫通孔121に固定されていないので、貫通孔121内を摺動自在である。このため前述のように、管状分離膜エレメント4にクランクが入るのを防ぐことができる。

#### 【0028】

図8は、図6のC-C断面図である。貫通孔121は柱状体12内に均等に設けられており、管状分離膜エレメント4が各貫通孔121と同軸になるように配置されてい

る。なお図示の簡単化のために管状分離膜エレメント 4 の数を少なくしてある。貫通孔 121 の内径と管状分離膜エレメント 4 の外径との好ましい比率は、第一の態様における外管 3 の内径と管状分離膜エレメント 4 の外径の比と同じである。

#### 【0029】

図 6 に示すように、流体入口 6 から柱状体 12 に流体  $F_1$  を供給するとともに、膜透過流体出口 8 から管状分離膜エレメント 4 内を吸引すると、透過流体  $F_2$  は前述の場合と同様に、管状分離膜エレメント 4 を透過し、膜透過流体出口 8 から流出する。管状分離膜エレメント 4 を透過しない非透過流体  $F_3$  は、貫通孔 121 と管状分離膜エレメント 4 との間隙を通過し、筒状体 13 に流入し、流体出口 7 から流出する。

#### 【0030】

図 9 は本発明の第四の態様における多管式分離膜モジュールの一例を示す。この多管式分離膜モジュールは筒状のシェル 1 を有し、柱状体がハニカム構造を有している以外、図 6 ～図 8 に示す例とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。シェル 1 の両端のフランジ 1a, 1b に支持板 2a, 2b が気密に取り付けられている。シェル 1 は支持板 2b の近くに、流体出口 7 を有している。

#### 【0031】

ハニカム構造体 14 は端面 14a, 14b を有し、端面 14a が支持板 2a の内面に当接している。ろう付け等により端面 14a を支持板 2a に取り付けてもよい。複数の管状心棒（タイロッド）15 がハニカム構造体 14 を貫通している。心棒 15 は環状フランジ 151 を有しており、環状フランジ 151 が端面 14b に当接することにより、ハニカム構造体 14 の位置決めがされている。ハニカム構造体 14 の長手方向寸法誤差を吸収するため、環状フランジ 151 と端面 14b との間には、環状パッキン 115 が設けられている。心棒 15 の両端は支持板 2a, 2b の開口部 21' を貫通して、支持板 2a, 2b の外側で蓋体 16 に螺合している。

#### 【0032】

図 10 は図 9 の E-E 断面図である。ハニカム構造体 14 の六角形の各セル（貫通孔）を管状分離膜エレメント 4 が貫通しており、支持板 2b の開口部 21 に支持部材 10 が係合している。セルに内接する心棒 15 により、ハニカム構造体 14 はシェル 1 内

に正確に位置決めされている。ハニカム構造体14は波形が対向するように重ねた波形板を張り合わせるにより、作製できる。図11は図9のG-G断面図である。封止部材9と開口部21との間隙から、流体 $F_1$ がシェル1内に流入する。

#### 【0033】

図12に示す例は、ハニカム構造体14の端面14bに封止板17が取り付けられている以外、図9～図11に示す例と同じであるので相違点のみ以下に説明する。封止板17には、支持板2a, 2bの開口部21の位置と重なるように複数の開口部171が設けられている。封止板17はろう付け等により端面14bに固定されているのが好ましい。なお封止板17は、シェル1とハニカム構造体14との間隙を封止し、かつ管状分離膜エレメント4を貫通させる構造を有していれば良く、開口部171を有する円板状の形状に限られるものではない。封止板17とシェル1との間には、気密性を確保するため環状パッキン117が設けられている。封止板17により、シェル1とハニカム構造体14との間隙への処理後の非透過流体 $F_3$ の流入が防止されるため、処理効率が向上する。

#### 【0034】

管状分離膜エレメント4は、セラミックス、有機高分子又は金属からなる管状の多孔質支持体にゼオライト等の分離膜を製膜したものを使用する。例えば水とエタノールの流体 $F_1$ を分離する場合、多孔質支持体にA型ゼオライトを製膜した管状分離膜エレメントを使用する。水は管状分離膜エレメントを透過し、透過流体 $F_2$ として取り出される。

#### 【0035】

##### 【実施例】

本発明を以下の実施例によってさらに詳細に説明するが、本発明はそれらに限定されるものではない。

#### 【0036】

##### 実施例1

$\alpha$ -アルミナからなる管状多孔質支持体（長さ80 cm、外径10 mm、内径9 mm）にゼオライトを製膜した管状分離膜エレメント4を作製し、この管状分離膜エレメント25本を用いて図1及び図4に示す例と同様の多管式分離膜モジュール（長



さ110 cm、外径14 cm)を組み立てた。水とエタノールの混合蒸気をシェル1に供給し(流体入口6における温度110℃、供給速度100 kg/h、圧力300 kPa)、膜透過流体出口8から1.3 kPaで吸引することにより、膜透過流体出口8から膜透過流体を収集した。膜透過流体出口8における水蒸気の透過速度は1.8 kg/hであった。

【0037】

#### 比較例1

図14に示す例と同様の多管式分離膜モジュール(長さ110 cm、外径14 cm、管状分離膜エレメント25本)を組み立てた以外実施例1と同じようにして、水とエタノールの混合蒸気を分離した。膜透過流体出口8における水蒸気の透過速度は0.8 kg/hであった。

【0038】

#### 【発明の効果】

以上詳述したように、筒状のシェルと、シェルの両端に固定される一对の支持板と、先端部が封止され、少なくとも一端が支持板により支持されている複数の管状分離膜エレメントとを具備する多管式分離膜モジュールにおいて、各管状分離膜エレメントを長手方向に収容する外管を、両端が両支持板の外側となるように設けることにより、外管に流入した流体は実質的に外管と管状分離膜エレメントとの間隙を通過し、流体の流動状態が改善されることにより多管式分離膜モジュールの処理能力が向上する。なお外管の代わりに、複数の貫通孔を長手方向に有する柱状体を設け、各貫通孔に管状分離膜エレメントが延在する構成とすることにより、貫通孔と管状分離膜エレメントとの間隙を流体が通過し、同様の効果を得ることができる。また流体の入口を有するチャンネルの内面に仕切り板を設け、仕切り板の片側から外管に流入して外管と管状分離膜エレメントとの間隙を通過した一次処理流体に、さらに別の外管内を通過させることにより、流体が管状分離膜エレメントに接触する行路が実質的に長くなり、多管式分離膜モジュールの分離効率が向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の多管式分離膜モジュールの一例を示す縦断面図である。

【図2】 外管及び管状分離膜エレメントを示す拡大断面図である。

【図3】 図2のB-B断面図である。

【図4】 図1のA-A拡大断面図である。

【図5】 本発明の多管式分離膜モジュールの別の例を示す縦断面図である。

【図6】 本発明の多管式分離膜モジュールのさらに別の例を示す縦断面図である。

【図7】 支持板により支持された管状分離膜エレメントを示す拡大断面図である。

【図8】 図6のC-C断面図である。

【図9】 本発明の多管式分離膜モジュールのさらに別の例を示す縦断面図である。

【図10】 図9のE-E拡大断面図である。

【図11】 図9のG-G拡大断面図である。

【図12】 本発明の多管式分離膜モジュールのさらに別の例を示す縦断面図である。

【図13】 従来の多管式分離膜モジュールの一例を示す縦断面図である。

【図14】 従来の多管式分離膜モジュールの別の例を示す縦断面図である。

# 【符号の説明】

1・・・シェル

2、2a、2b・・・支持板

21a、21b・・・開口部

3、3a、3b・・・外管

31・・・先端部

32・・・後端部

33・・・流体通過口

34・・・ピン部

4・・・管状分離膜エレメント

41・・・封止端

42・・・開放端

5a、5b・・・チャンネル

51・・・仕切り板

52・・・第一室

53・・・第二室

6・・・流体入口

7・・・流体出口

8・・・膜透過流体出口

9・・・封止部材

91・・・突起部

10・・・支持部材

111、112、113、114、115・・・パッキン

12・・・柱状体

121・・・貫通孔

122、123・・・フランジ

124・・・小径部

13・・・筒状体

14・・・ハニカム構造体

15・・・心棒（タイロッド）

16・・・蓋体

17・・・封止板

F<sub>1</sub>・・・流体

F<sub>2</sub>・・・透過流体

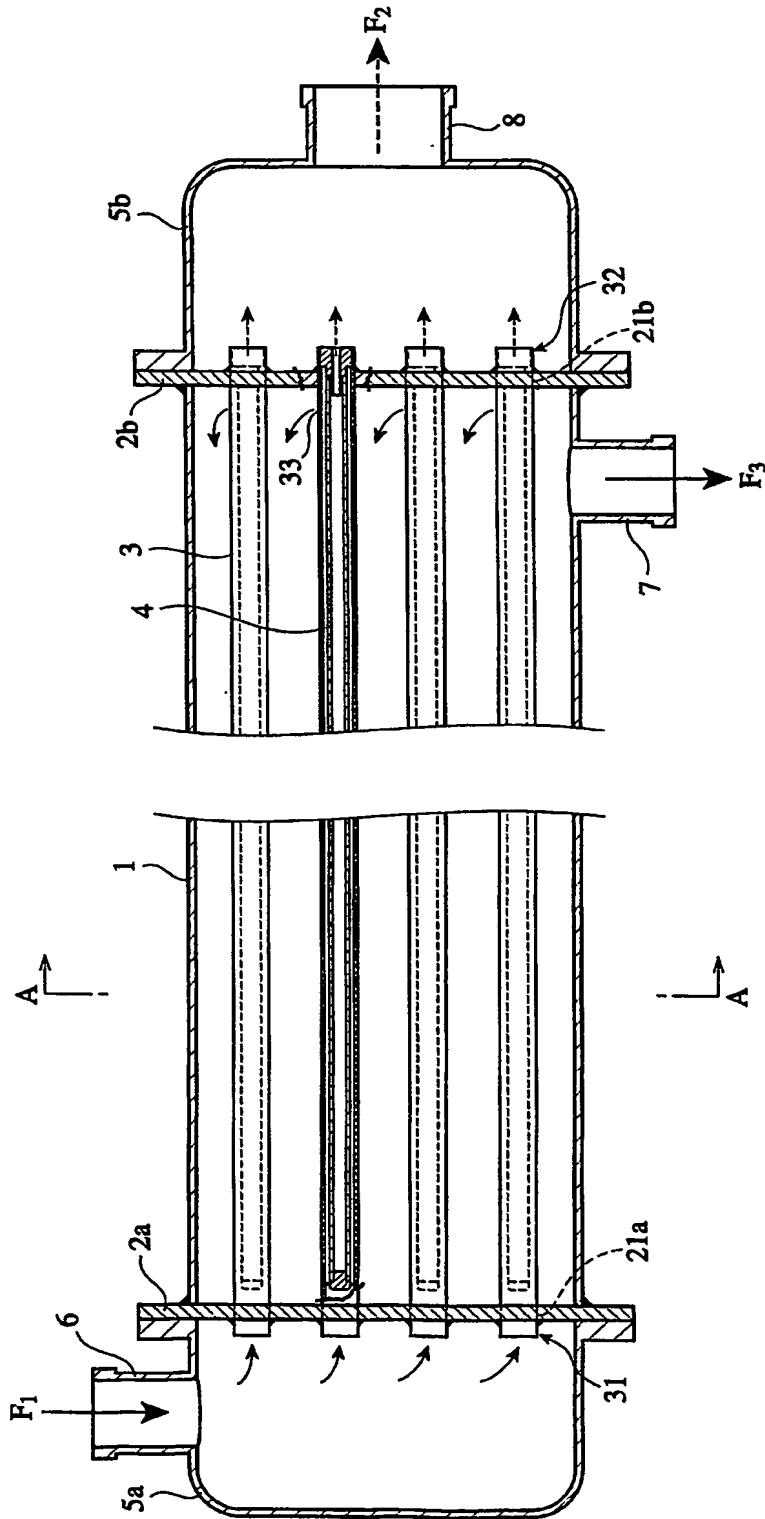
F<sub>3</sub>・・・非透過流体

F<sub>4</sub>・・・一次処理流体

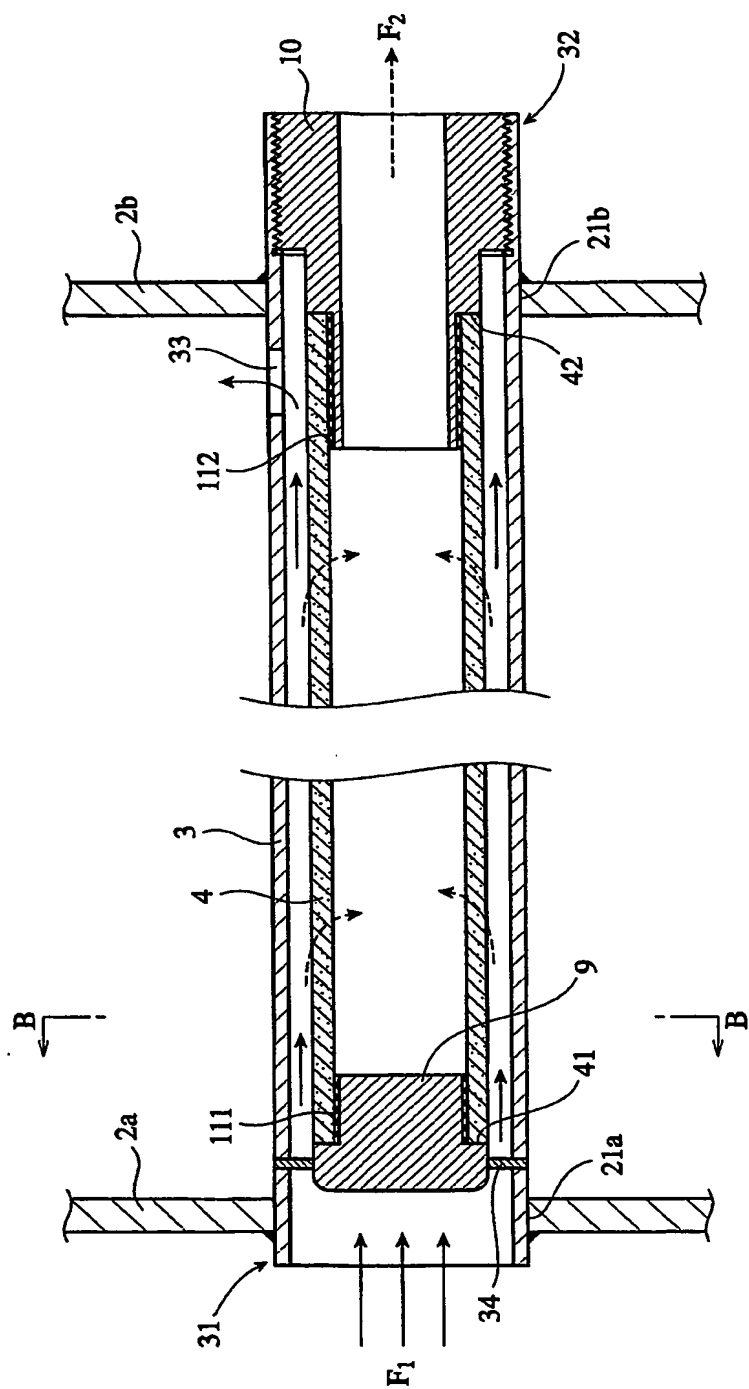
【書類名】

図面

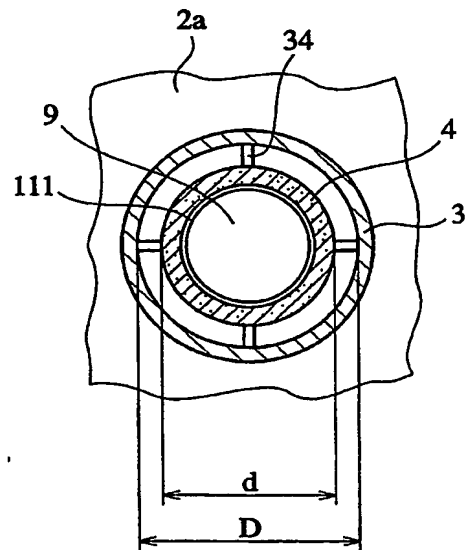
【図 1】



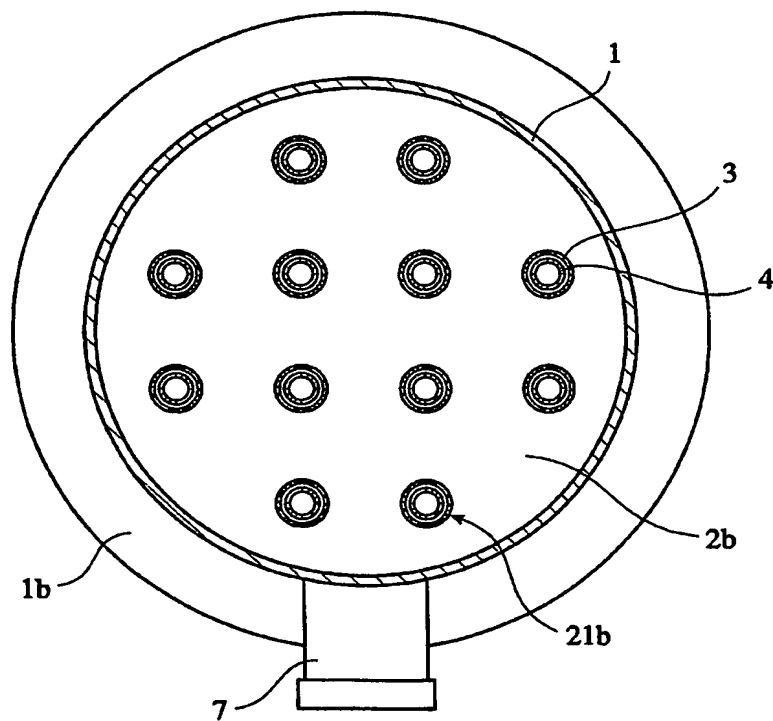
【図 2】



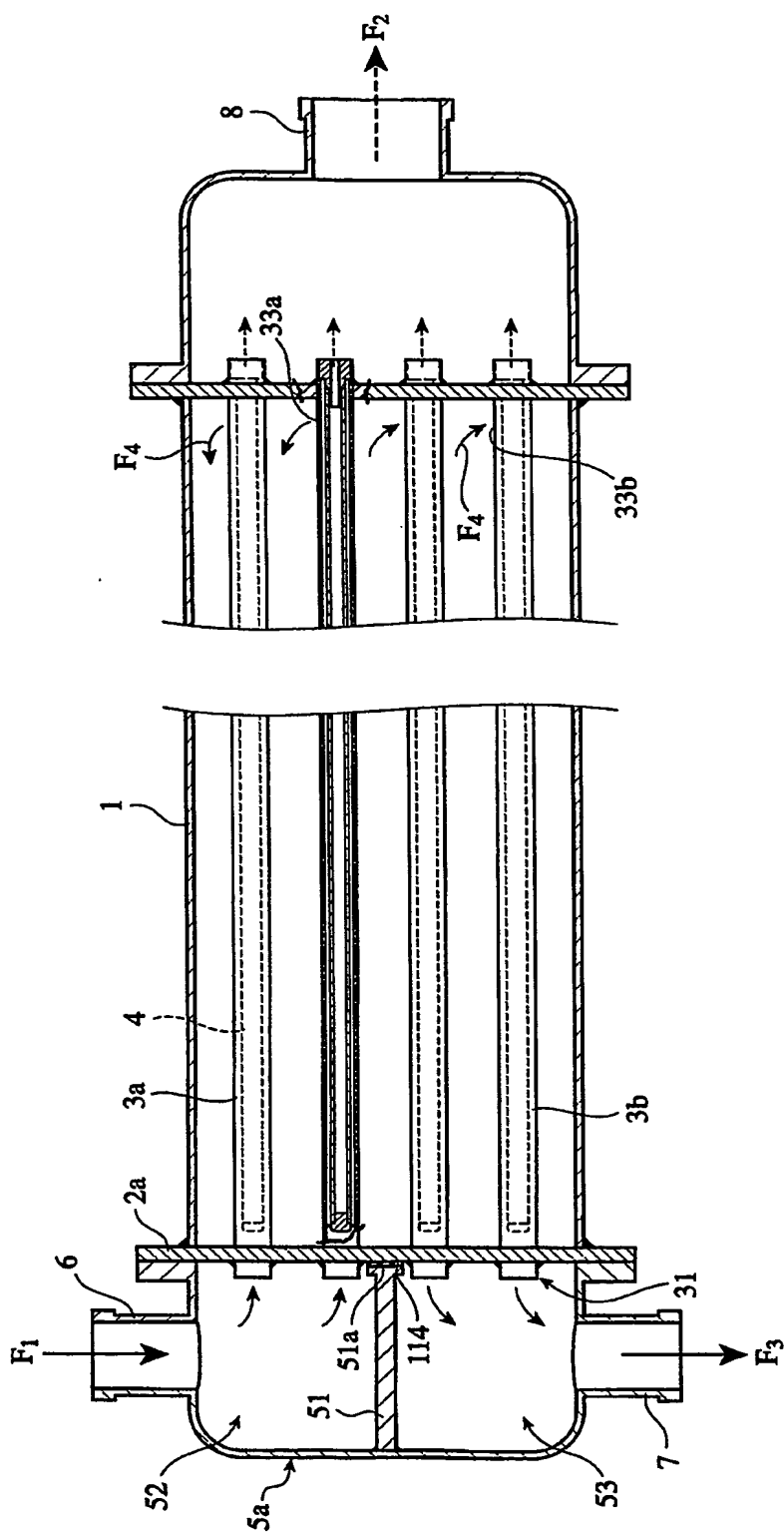
【図 3】



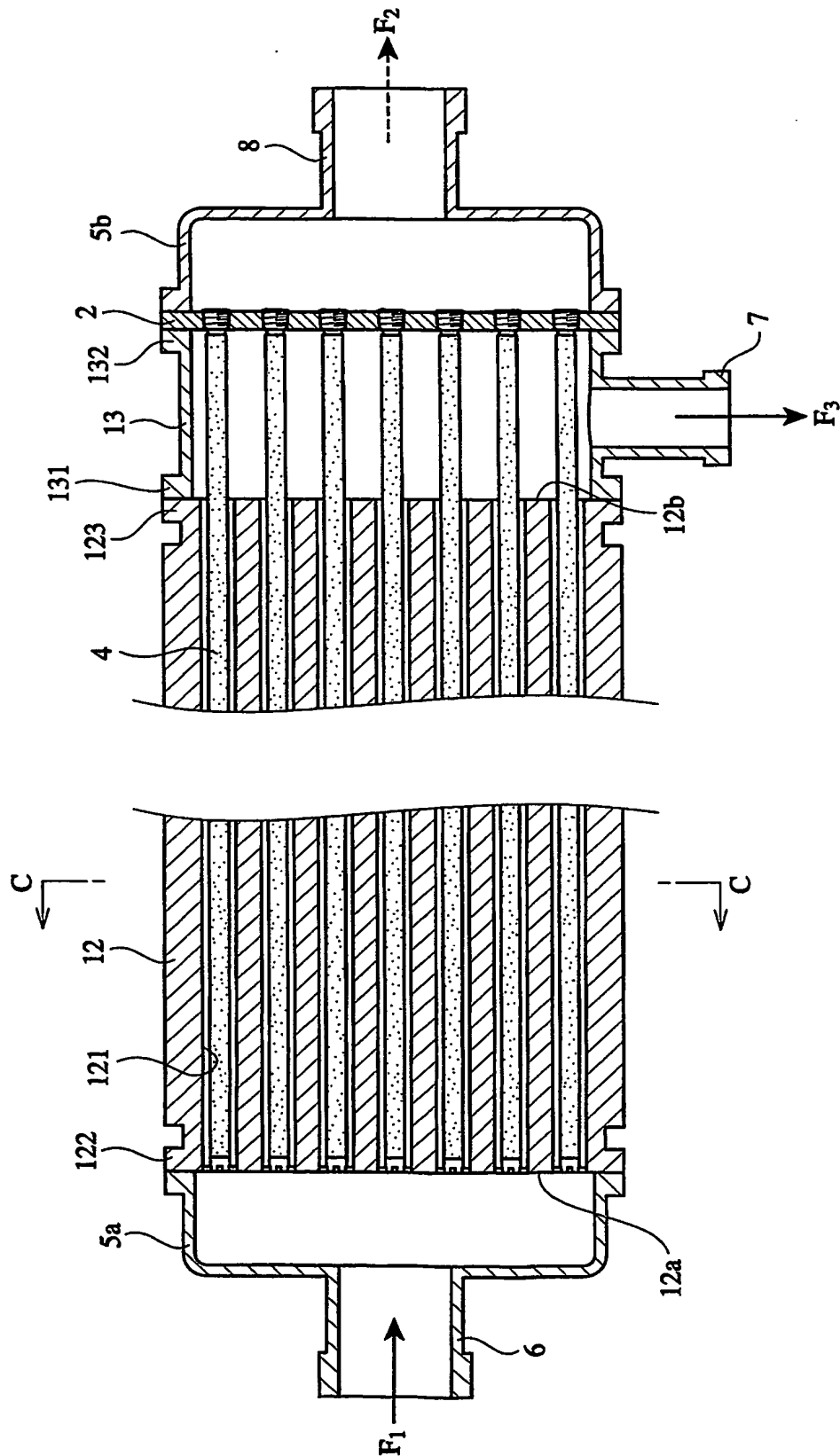
【図 4】



【図 5】

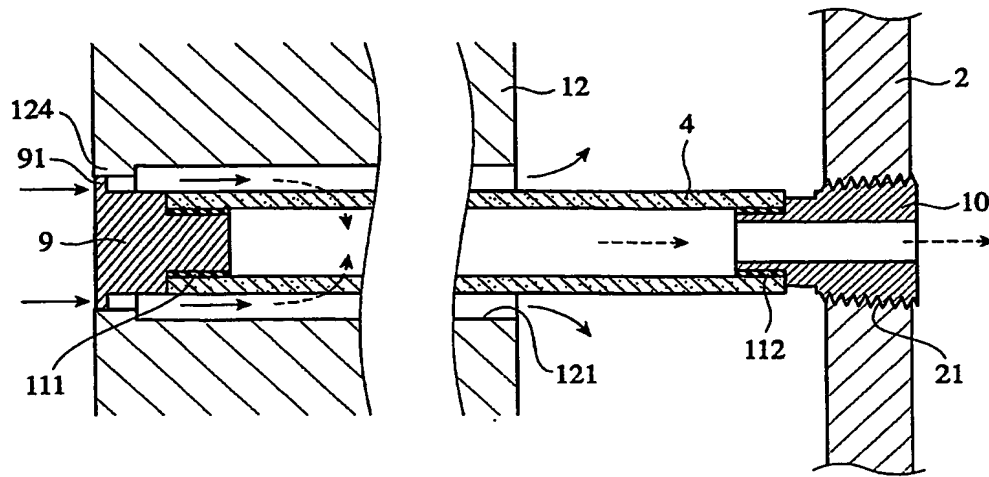


【図 6】

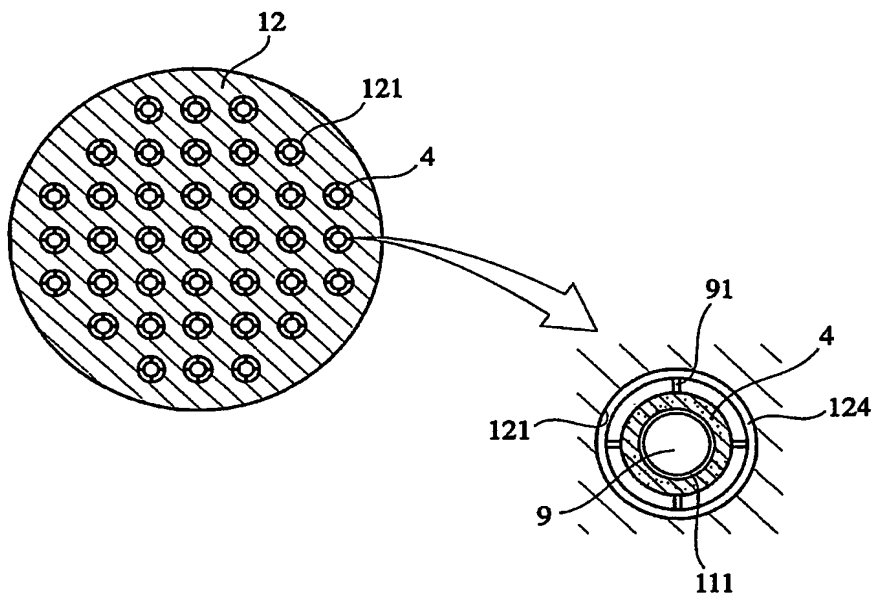




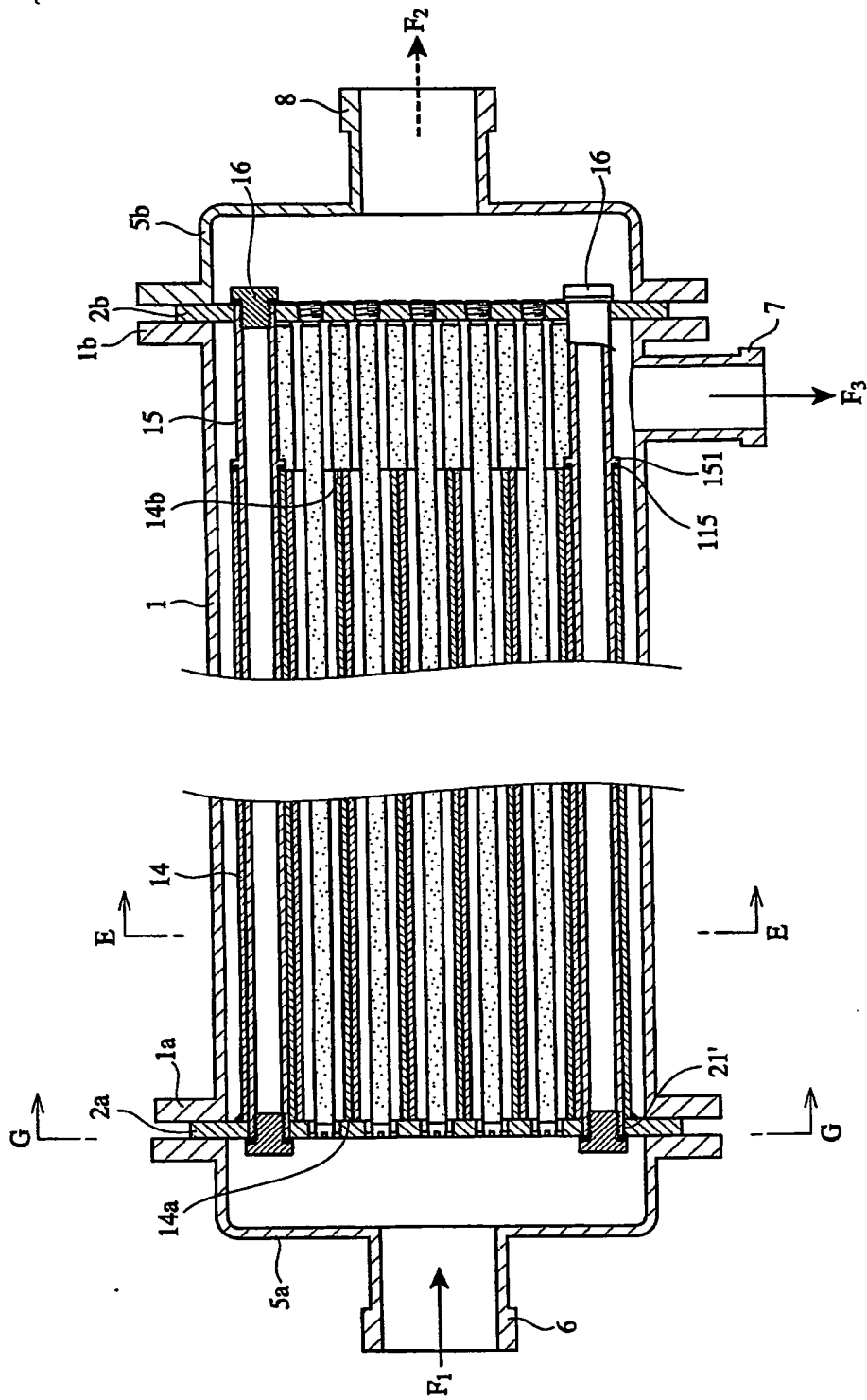
【図 7】



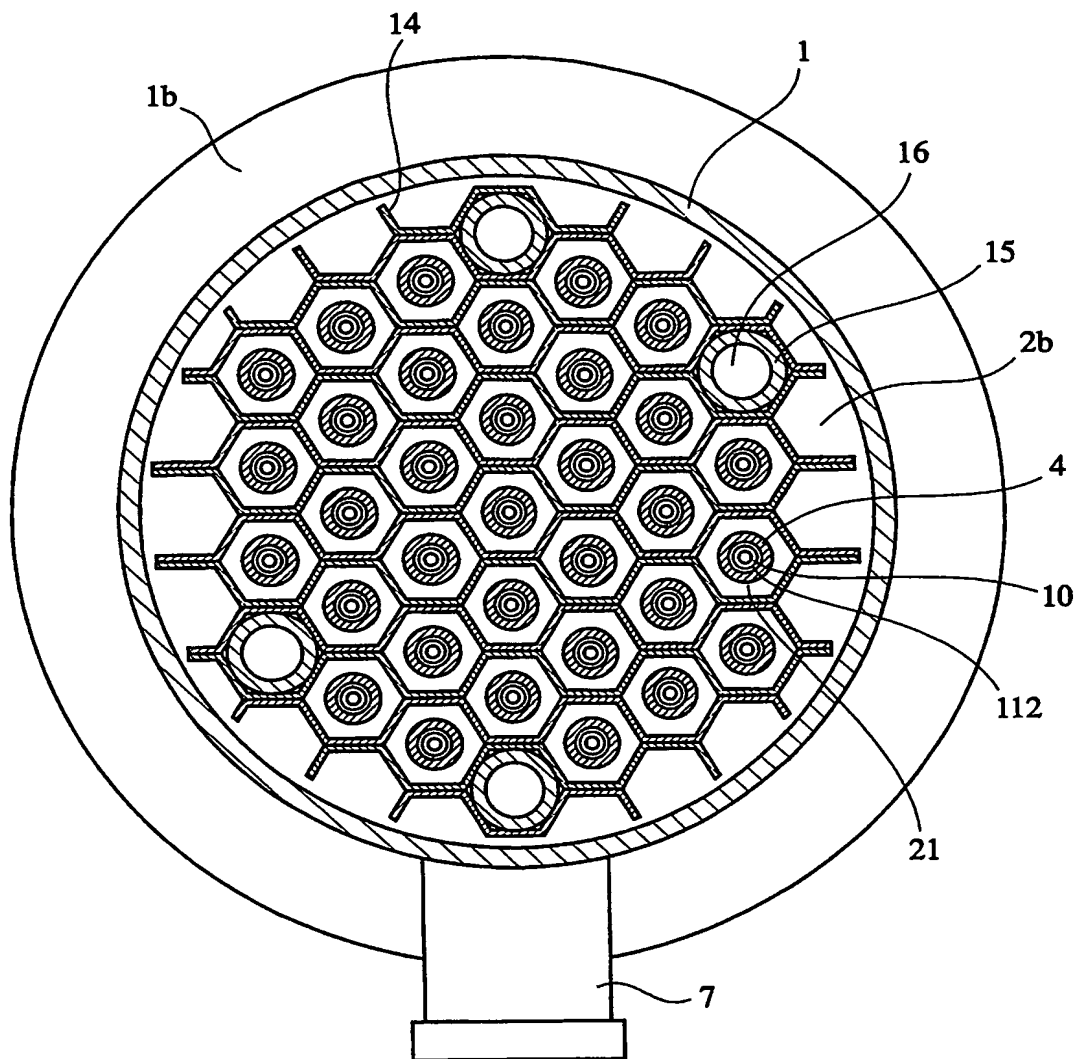
【図 8】



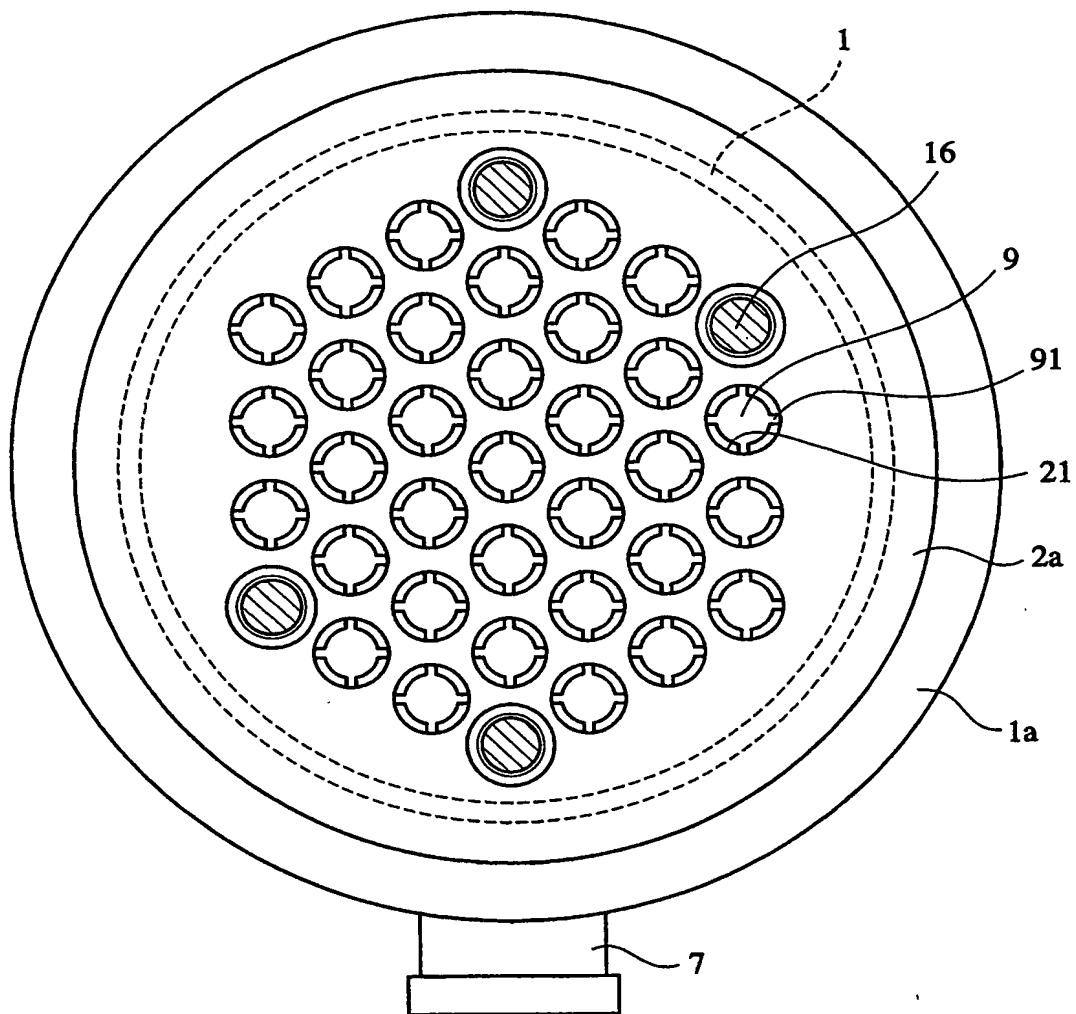
【図 9】



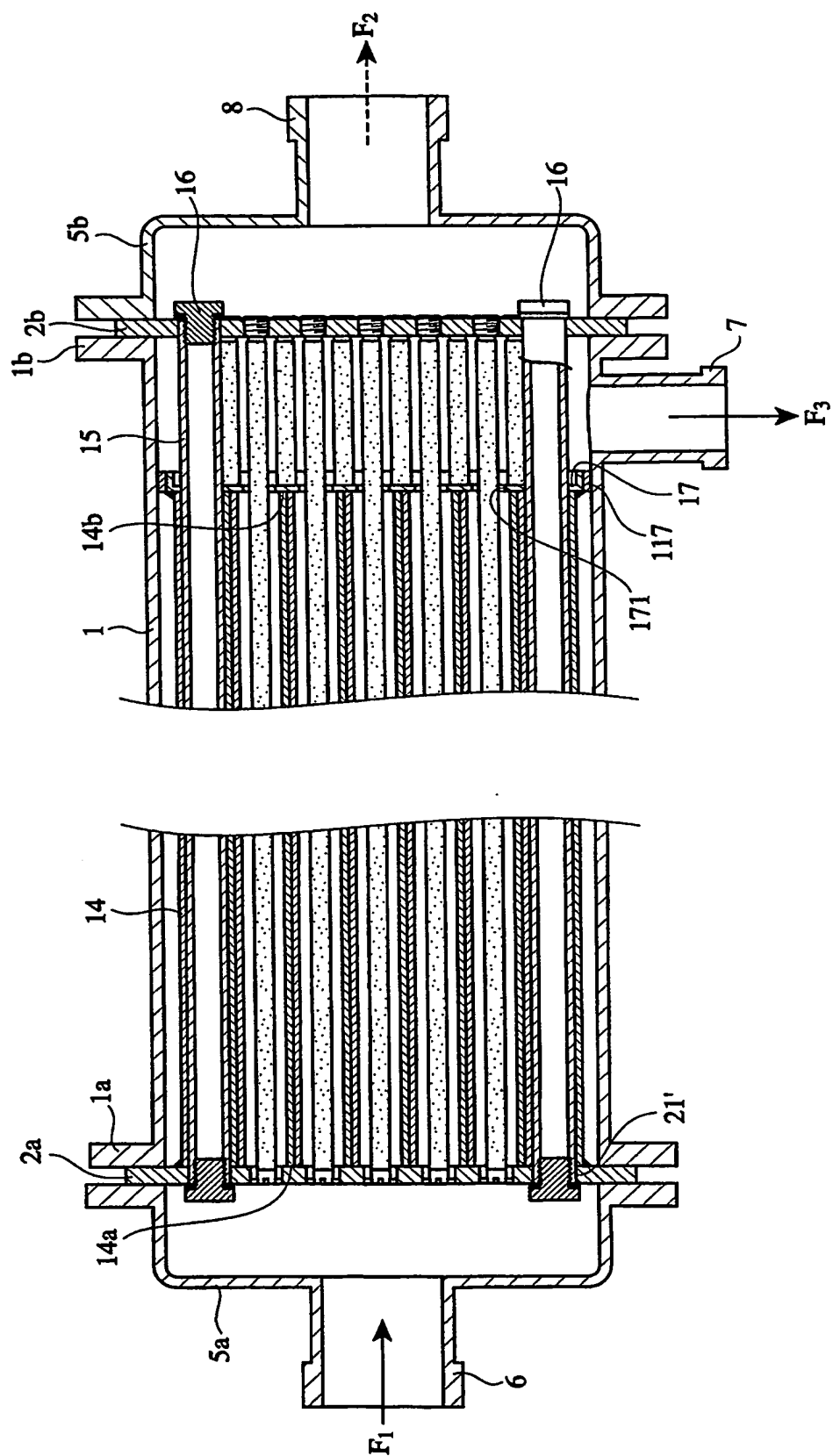
【図10】



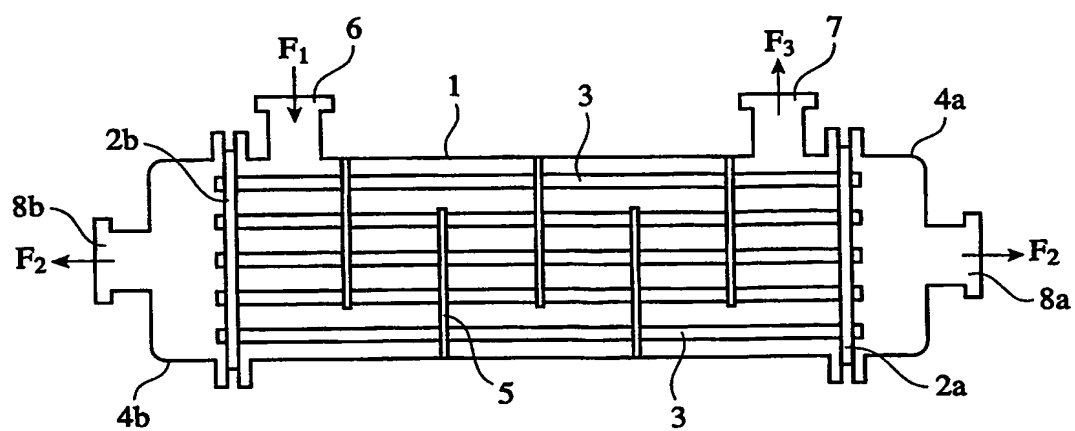
【図 11】



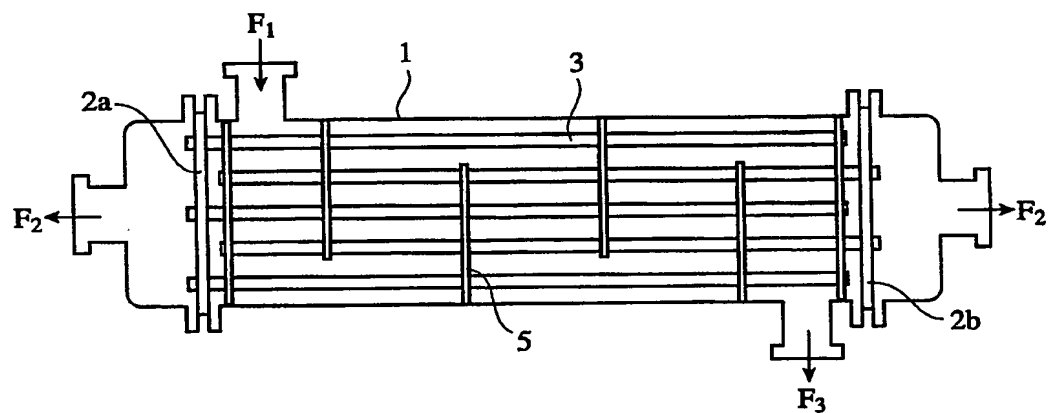
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 処理効率の向上した多管式分離膜モジュールを提供する。

【解決手段】 筒状シェル 1 と、シェル 1 の両端部に固定される一対の支持板 2a, 2b と、両支持板 2a, 2b により支持されてシェル 1 の長手方向に延在する複数の外管 3 と、各外管 3 内に設けられた管状分離膜エレメント 4 と、両支持板 2a, 2b を覆うようにシェル 1 に取り付けられた第一及び第二のチャンネル 5a, 5b とを具備する多管式分離膜モジュールであって、各外管 3 は第一のチャンネル 5a 側に流体  $F_1$  が流入する開放端を有するとともに、第二のチャンネル 5b 側に流体  $F_3$  が流出する通過口を有し、管状分離膜エレメント 4 の第一のチャンネル 5a 側の端部は封止されていて第二のチャンネル 5b 側の端部は開放しており、かつ前記外管 3 と前記管状分離膜エレメント 4 との間隙は第一のチャンネル 5a 側が開放されていて第二のチャンネル 5b 側が封止されており、もって外管 3 の開放端から外管と管状分離膜エレメントとの間隙に流入した流体  $F_1$  のうち、管状分離膜エレメント 4 により分離された流体  $F_2$  は管状分離膜エレメント 4 の後端の開放端から第二のチャンネル 5b に流出し、残余の流体  $F_3$  は通過口から流出する。

【選択図】 図 1

特願 2002-294010

出願人履歴情報

識別番号

[302021709]

1. 変更年月日

2002年 8月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町一丁目2番1号

氏 名

株式会社バイオ・ナノテック・リサーチ・インスティテュート